

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

15.06.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2003年 6月10日

出 願 番 号  
Application Number: 特願2003-165403  
[ST. 10/C]: [JP2003-165403]

REC'D 06 AUG 2004

WIPO PCT

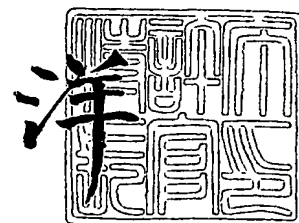
出 願 人  
Applicant(s): 石川島播磨重工業株式会社  
三菱電機株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 7月22日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願

【整理番号】 SA3-0025

【提出日】 平成15年 6月10日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23H 9/00

【発明の名称】 部材のコーティング方法、およびガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品

【請求項の数】 11

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都西東京市向台町3丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社 田無工場内

    【氏名】 落合 宏行

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都西東京市向台町3丁目5番1号 石川島播磨重工業株式会社 田無工場内

    【氏名】 渡辺 光敏

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社 社内

    【氏名】 後藤 昭弘

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社 社内

    【氏名】 秋吉 雅夫

【特許出願人】

    【識別番号】 000000099

    【氏名又は名称】 石川島播磨重工業株式会社

## 【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100083806

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 秀和

【電話番号】 03-3504-3075

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100068342

【弁理士】

【氏名又は名称】 三好 保男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100712

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100087365

【弁理士】

【氏名又は名称】 栗原 彰

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0115289

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 部材のコーティング方法、およびガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 導電性を具備した部材の所定の部位の耐エロージョン性および/または耐食性を高めるために、上記所定の部位の表面にコーティングをする部材のコーティング方法において、

上記部材の上記所定の部位の表面の形状に合わせた形状の表面を備え硬質なコーティング被膜を形成可能な電極と上記部材とを、上記部材の上記所定部位の表面と上記電極の上記表面とが互いに対向しこの対向しているいずれの箇所でも上記部材の上記表面と上記電極の上記表面との間の距離がほぼ同じになるように、僅かな距離だけ離隔させて設置する電極・部材設置工程と；

電気絶縁性のある液体中にて上記部材と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記部材の上記所定の部位の表面に上記電極の材料からなる被膜を形成させて、上記部材の上記所定の部位の表面にコーティングするコーティング工程と；

を有することを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の部材のコーティング方法において、

上記電極は、金属粉末または金属の化合物の粉末とセラミックスの粉末を混合して圧縮成形した圧粉体、もしくは、上記圧粉体を加熱処理した圧粉体であり、上記部材に形成されるコーティング被膜は、 $cBN$ 、 $TiC$ 、 $WC$ 、 $SiC$ 、 $Cr_3C_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2-Y$ 等のセラミックスを含む被膜であることを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の部材のコーティング方法において、

上記電極は、 $Si$  の電極であり、

上記コーティング工程は、上記部材に  $SiC$  をコーティングするために、上記電極と上記部材とが灯油等のアルカン炭化水素を含む絶縁性のある液中に存在している状態でコーティングする工程であることを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 4】 請求項 1～請求項 3 のいずれか 1 項に記載の部材のコーティング方法において、

上記部材は、ガスタービンまたは蒸気タービン翼部品であり、上記所定の部位の表面は、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に入り込んだ異物または凝縮した液滴が衝突する上記翼部品の表面であることを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 5】 請求項 1～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の部材のコーティング方法において、

上記コーティング後、上記コーティングがされた面にピーニング処理を施すピーニング処理工程を有することを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 6】 ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に入り込んだ異物または凝縮した液滴が衝突することによって発生するエロージョンを抑制するためのコーティングがされているガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品において、

上記コーティングは、上記異物または凝縮した液滴が衝突する上記翼部品の衝突面にのみされており、また、上記衝突面の形状に合わせた形状の表面を備え硬質の部材で構成された電極と上記ガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品とを、僅かな距離だけ離隔させて設置し、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記衝突面に上記電極の材料からなる被膜を形成させることによって、上記コーティングがされていることを特徴とするガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品。

【請求項 7】 請求項 6 に記載のガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品において、

上記コーティングがされている面にピーニング処理が施されていることを特徴とするガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品。

【請求項 8】 導電性を具備した部材の表面の耐酸化性を高めるために、上記部材の表面にコーティングする部材のコーティング方法において、

S i の電極と上記部材とを、僅かな距離だけ離隔させて、灯油等のアルカン炭

化水素を含む電気絶縁性のある液中に設置する電極・部材設置工程と；

上記部材と上記電極との間にパルス状の電圧を印加して放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記部材の上記表面に、SiCの被膜をコーティングをするコーティング工程と；

を有することを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の部材のコーティング方法において、

上記電極は、上記部材の表面の形状に合わせた形状の表面を備え、

上記電極・部材設置工程は、上記部材の上記表面と上記電極の上記表面とを互いに対向させ、この対向しているいずれの箇所でも上記部材の上記表面と上記電極の上記表面との間の距離がほぼ同じになるように、上記電極と上記部材とを設置する工程であることを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 10】 請求項 8 または請求項 9 に記載の部材のコーティング方法において、

上記部材は、ガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品であり、コーティングされる上記部材の上記表面は、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に面したガス通路翼面であることを特徴とする部材のコーティング方法。

【請求項 11】 ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に発生する酸化を抑制するためのコーティングがされているガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品において、

上記コーティングは、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に面したガス通路翼面にされており、

また、上記コーティングは、Siの電極と上記タービンの翼部品とを、僅かな距離だけ離隔させて、灯油等のアルカン炭化水素を含む電気絶縁性のある液中に設置し、上記タービンの翼部品と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記タービンの翼部品の上記ガス通路翼面に形成されたSiCのコーティングであることを特徴とするタービンの翼部品。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、部材の耐磨耗性を高めるための処理方法等に係り、特に、部材と電極との間に間歇的に電圧を印加して被覆を施し、この被覆によって耐磨耗性等を高めるものに関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

動静翼（翼部品）100は、ガスタービンまたは蒸気タービンに使用される動静翼であり、図1に示すように、基端部側にはダブテール部102が設けられている。

#### 【0003】

そして、上記ダブテール部102を円形状の回転ディスクに固定して、放射状に複数の動静翼100が配置されることによって、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの1つの段が形成される。

#### 【0004】

ところで、上記ガスタービンまたは蒸気タービンが稼動しているとき、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路中に設けられた動静翼100には、上記流路を流れる液滴や粉塵等の異物が高速で衝突し、上記動静翼100にエロージョンが発生する。換言すれば、上記動静翼100が風化する。

#### 【0005】

上記エロージョンは、上記動静翼100において、上記液滴や異物等が衝突する面において発生する。

#### 【0006】

ところで、上記動静翼100には、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に面するガス通路翼面104が形成されている。そしてこのガス通路翼面104は、上記動静翼100の高さ方向に延伸した翼面106と、上記動静翼100の基端部側に位置するプラットホーム面108とによって構成され、さらに、動静翼の種類によっては、図3に示すように、動静翼100aの先端部側に位置するシュラウド下面110を含めて構成される。

#### 【0007】

また、上記翼面106は、上記動静翼100の回転方向で後側に位置した腹面



112と、上記動静翼100の回転方向で前側に位置した背面114と、上記腹面112と上記背面114との境界に位置し上記ガスタービンまたは蒸気タービンの上流側（流路を流れる流体の上流側；上記ガスタービンまたは蒸気タービンの前側）に位置したリーディングエッジ116と、上記腹面112と上記背面114との境界に位置し上記ガスタービンまたは蒸気タービンの下流側（流路を流れる流体の下流側；上記ガスタービンまたは蒸気タービンの後側）に位置したトレーリングエッジ118とで構成されている。

#### 【0008】

そして、上記液滴や異物等が衝突する上記動静翼100の部位は、上記翼面106の腹面112と上記翼面106のリーディングエッジ116近傍の面と上記プラットホーム面108とであり、また、シュラウド下面110が存在している場合には、上記シュラウド下面110も含まれる。

#### 【0009】

従来、上記液滴や異物等が衝突する上記動静翼100の面（以下、「異物衝突面」という場合がある。）のエロージョンを防止するために、上記異物衝突面に、硬い金属の肉盛り溶接を施し、この溶接後、上記溶接部に機械加工を施して、上記動静翼を所定の寸法に仕上げている。

#### 【0010】

または、上記異物衝突面のエロージョンを防止するために、上記異物衝突面に硬いセラミックスを溶射し被覆をしている。

#### 【0011】

または、さらに、上記異物衝突面のエロージョンを防止するために、上記異物衝突面にクロム（Cr）を拡散コーティングしている。すなわち、上記異物衝突面にクロマイズ処理を施している。

#### 【0012】

または、上記異物衝突面のエロージョンを防止するために、上記異物衝突面にPVD法（Physical Vapor Deposition）によって、セラミックスの被覆を設ける処理を行っている。

#### 【0013】

なお、たとえば、特許文献1には、PVD法によって、硬質のセラミックスを被覆し、部材表面の耐磨耗性を向上する方法が示されている。

#### 【0014】

一方、上記ガスタービンまたは蒸気タービンが稼動しているときには、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路中に設けられた動静翼100は高温になる。そして、上記タービン動翼100のガス通路翼面104が酸化されて強度が低下等することを防止するために、上記タービン動翼100のガス通路翼面104にアルミニウムを拡散コーティングしている。すなわち、アルミナイズ処理をしている。

#### 【0015】

または、上記タービン動翼100のガス通路翼面104が酸化されて強度が低下等することを防止するために、上記タービン動翼100のガス通路翼面104に耐酸化合金（たとえば、MCrAlY）を溶射している。

#### 【0016】

ここで、「MCrAlY」における「M」は、金属を意味し、この金属として、Ni（ニッケル）やCo（コバルト）が使用される。

#### 【0017】

より詳しく説明すると、上記「MCrAlY」は、ニッケル、コバルト、クロム、アルミニウム、イットリウムの合金、または、ニッケル、クロム、アルミニウム、イットリウムの合金、または、コバルト、クロム、アルミニウム、イットリウムの合金である。

#### 【0018】

#### 【特許文献1】

特開平7-204907号公報

#### 【0019】

#### 【発明が解決しようとする課題】

ところで、エロージョンを防止するために硬い金属の肉盛り溶接を施す従来の方法では、溶接によって肉盛りされる部位の形状を正確な形状に形成することは難しく、溶接による肉盛り後に、動静翼（翼部品）を正確な形状に形成するため

の機械加工が必要であり、したがってエロージョンを防止するための処理が煩雑であるという問題がある。

【0020】

また、溶接によって形成された硬質の部材は、高温になると硬度が低下するので、タービン動静翼のエロージョンを抑制することが難しいという問題がある。

【0021】

また、エロージョンを防止するために、硬いセラミックスを溶射する従来の方法では、タービン動静翼の熱膨張率とセラミックスの熱膨張率との差が大きいことから、タービン動静翼の温度変化によって、上記セラミックが上記タービン動静翼から剥がれやすいという問題がある。

【0022】

さらに、セラミックスを溶射する必要の無い部分には、予めマスキングをし、セラミックス溶射後に上記マスキングを除去する必要がある、セラミックスを溶射し、上記異物衝突面に被覆をする処理が煩雑であるという問題がある。

【0023】

また、エロージョンを防止するために、クロマイズ処理をする従来の方法、および、高温酸化を防止するためにアルミナイズ処理をする従来の方法では、水素炉が必要であり、処理をする必要の無い部分には、予めマスキングをし、処理後に上記マスキングを除去する必要がある、これらの処理が煩雑であるという問題がある。

【0024】

さらに、エロージョンを防止するために、PVD法でセラミックスの被膜をつける従来の方法では、大きな真空炉が必要であり、セラミックスの被膜が不要な部分には、予めマスキングをし、セラミックスの被膜の形成後に上記マスキングを除去する必要がある、セラミックスの被膜の形成によって、上記異物衝突面を硬化させる処理が煩雑であるという問題がある。

【0025】

すなわち、エロージョンを防止するための従来の各方法では、タービンの翼部品の異物衝突面のエロージョンを防ぐための処理が煩雑であるという問題がある

## 【0026】

なお、上記問題は、ガスタービンおよび上記タービン動静翼だけではなく、ガスタービンのコンプレッサ動静翼等、異物が高速で衝突する部位を備えた部材においても発生する問題である。

## 【0027】

一方、耐酸化性を高めるために、ガスタービンのタービン動静翼100のガス通路翼面104に、アルミナイズ処理を施す従来の方法では、高温の水素炉が必要であり、アルミナイズ処理が不要な部分には予めマスキングをし、アルミナイズ処理後に上記マスキングを除去する必要がある、上記タービン動静翼100のガス通路翼面104の耐酸化性を高める処理が煩雑であるという問題がある。

## 【0028】

また、耐酸化性を高めるために、上記タービン動静翼100のガス通路翼面104に耐酸合金を溶射する従来の方法では、溶射によって形成された被膜の熱膨張係数と、タービン動静翼100の熱膨張係数の違いから、上記タービン動静翼100の温度変化によって、上記溶射された被膜が剥がれ易く、さらに、溶射をする必要が無い部分には、予めマスキングをし、溶射後に上記マスキングを除去する必要がある、上記タービン動静翼100のガス通路翼面104の耐酸化性を高める処理が煩雑であるという問題がある。

## 【0029】

すなわち、耐酸化性を高めるための上記従来の各方法では、タービン動静翼のガス通路翼面の耐酸化性を高めるための処理が煩雑であるという問題がある。

## 【0030】

なお、上記問題は、ガスタービンのタービン動静翼だけではなく、酸素が存在する雰囲気中で高温になる部材においても発生する問題である。

## 【0031】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、異物が高速で衝突する部材の所定の部位の耐エロージョン性を十分に向上させることができると共に、上記耐エロージョンを向上させるための処理が簡素である部材のコーティング方法

およびこのコーティング方法によって形成されたガスタービンおよび蒸気タービンの動静翼部品（翼部品）を提供することを目的とする。

#### 【0032】

また、本発明は、部材の所定の部位の耐酸化性を十分に高めることができると共に、上記部材の所定の部位の耐酸化性を高めるための処理が簡素であるコーティング方法およびこのコーティング方法によって形成されたガスタービンまたは蒸気タービン動静翼部品（翼部品）を提供することを目的とする。

#### 【0033】

##### 【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の本発明は、導電性を具備した部材の所定の部位の耐エロージョン性および／または耐食性を高めるために、上記所定の部位の表面にコーティングをする部材のコーティング方法において、上記部材の上記所定の部位の表面の形状に合わせた形状の表面を備え硬質なコーティング被膜を形成可能な電極と上記部材とを、上記部材の上記所定部位の表面と上記電極の上記表面とが互いに対向しこの対向しているいずれの箇所でも上記部材の上記表面と上記電極の上記表面との間の距離がほぼ同じになるように、僅かな距離だけ離隔させて設置する電極・部材設置工程と、電気絶縁性のある液体中にて上記部材と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記部材の上記所定の部位の表面に上記電極の材料からなる被膜を形成させて、上記部材の上記所定の部位の表面にコーティングするコーティング工程とを有する部材のコーティング方法である。

#### 【0034】

請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の部材のコーティング方法において、上記電極は、金属粉末または金属の化合物の粉末とセラミックスの粉末を混合して圧縮成形した圧粉体、もしくは、上記圧粉体を加熱処理した圧粉体であり、上記部材に形成されるコーティング被膜は、 $cBN$ 、 $TiC$ 、 $WC$ 、 $SiC$ 、 $Cr_3C_2$ 、 $Al_2O_3$ 、 $ZrO_2-Y$ 等のセラミックスを含む被膜である部材のコーティング方法である。

#### 【0035】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 に記載の部材のコーティング方法において、上記電極は、Si の電極であり、上記コーティング工程は、上記部材に SiC をコーティングするために、上記電極と上記部材とが灯油等のアルカン炭化水素を含む絶縁性のある液中に存在している状態でコーティングする工程である部材のコーティング方法である。

#### 【0036】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 ～請求項 3 のいずれか 1 項に記載の部材のコーティング方法において、上記部材は、ガスタービンまたは蒸気タービン翼部品であり、上記所定の部位の表面は、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に入り込んだ異物または凝縮した液滴が衝突する上記翼部品の表面である部材のコーティング方法である。

#### 【0037】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか 1 項に記載の部材のコーティング方法において、上記コーティング後、上記コーティングがされた面にピーニング処理を施すピーニング処理工程を有する部材のコーティング方法である。

#### 【0038】

請求項 6 に記載の発明は、ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に入り込んだ異物または凝縮した液滴が衝突することによって発生するエロージョンを抑制するためのコーティングがされているガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品において、上記コーティングは、上記異物または凝縮した液滴が衝突する上記翼部品の衝突面にのみされており、また、上記衝突面の形状に合わせた形状の表面を備え硬質の部材で構成された電極と上記ガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品とを、僅かな距離だけ隔離させて設置し、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記衝突面に上記電極の材料からなる被膜を形成させることによって、上記コーティングがされているガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品である。

#### 【0039】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 6 に記載のガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品において、上記コーティングがされている面にピーニング処理が施されているガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品である。

#### 【0040】

請求項 8 に記載の発明は、導電性を具備した部材の表面の耐酸化性を高めるために、上記部材の表面にコーティングする部材のコーティング方法において、Si の電極と上記部材とを、僅かな距離だけ離隔させて、灯油等のアルカン炭化水素を含む電気絶縁性のある液中に設置する電極・部材設置工程と、上記部材と上記電極との間にパルス状の電圧を印加して放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記部材の上記表面に、SiC の被膜をコーティングをするコーティング工程とを有する部材のコーティング方法である。

#### 【0041】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の部材のコーティング方法において、上記電極は、上記部材の表面の形状に合わせた形状の表面を備え、上記電極・部材設置工程は、上記部材の上記表面と上記電極の上記表面とを互いに対向させ、この対向しているいずれの箇所でも上記部材の上記表面と上記電極の上記表面との間の距離がほぼ同じになるように、上記電極と上記部材とを設置する工程である部材のコーティング方法である。

#### 【0042】

請求項 10 に記載の発明は、請求項 8 または請求項 9 に記載の部材のコーティング方法において、上記部材は、ガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品であり、コーティングされる上記部材の上記表面は、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に面したガス通路翼面である部材のコーティング方法である。

#### 【0043】

請求項 11 に記載の発明は、ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に発生する酸化を抑制するためのコーティングがされているガスタービンまたは蒸気タービンの翼部品において、上記コーティングは、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に面したガス通路翼面にされており、また、上記コーティングは、Si の電極と上記タービンの翼部品とを、僅かな距離だけ離隔させて、灯油等の

アルカン炭化水素を含む電気絶縁性のある液中に設置し、上記タービンの翼部品と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記タービンの翼部品の上記ガス通路翼面に形成されたSiCのコーティングであるタービンの翼部品である。

#### 【0044】

##### 【発明の実施の形態】

##### 〔第1の実施形態〕

図1は、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動翼100について説明する図であり、図1(1)は、タービン動翼100をこの先端部側から眺めた図であり、図1(2)は、図1(1)におけるI矢視図である。

#### 【0045】

また、図2は、被膜形成用電極1、被膜形成用電極1aの概略構成を示すと共に、電極1、1aとタービン動翼100を互いに離隔させて設置した状態を示す図である。

#### 【0046】

タービン動翼100は、上述したように、ガスタービンまたは蒸気タービンに使用されるものであり、ガス通路翼面104等を備えている。

#### 【0047】

また、タービン動翼100の所定の部位には、このタービン動翼100が使用されたガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に上記ガスタービンまたは蒸気タービンの流路に入り込んだ異物または凝縮した液滴が衝突することによって発生するエロージョンを抑制するためのコーティングがされている。

#### 【0048】

ここで、上記コーティングがされているタービン動翼100の所定の部位は、上記液滴または異物が衝突する上記タービン動翼の異物衝突面であり、具体的には、上述したように、タービン動翼100の腹面112と、タービン動翼100のリーディングエッジ116とこの近傍の面と、タービン動翼100の基端部側に設けられたプラットホーム面108とであり、図3に示すように、タービン動翼が先端部側にシュラウド下面110を備えている場合には、上記シュラウド下



面 110 も含まれる。

【0049】

また、上記コーティングは、図 2 に示すように、電極 1、1a とタービン動翼 100 を互いに離隔させて設置し、上記タービン動翼 100 と上記電極 1 または上記電極 1a との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって、上記異物衝突面にのみ上記各電極 1、1a の電極材料からなる被膜を形成することによってされている。

【0050】

次に、電極 1 について説明する。

【0051】

電極 1 は、硬質な部材、たとえば、cBN（立法窒化硼素）、TiC（チタンカーバイド；炭化チタン）、WC（タングステンカーバイド；炭化タングステン）、SiC（シリコンカーバイド；炭化珪素）、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>（炭化クロム）、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化アルミニウム）、ZrO<sub>2</sub>-Y（安定化酸化ジルコニウム）等の硬質のセラミックスで構成されている。したがって、上記タービン動静翼 100 に形成されるコーティング被膜は、cBN、TiC、WC、SiC、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、ZrO<sub>2</sub>-Y 等のセラミックスで構成される。

【0052】

なお、上記セラミックスが導電性を具備しないものであるときには、微粉末状の金属と微粉末状の高硬度セラミックスとを混合して結合し形成されたもの、または表面に導電性の処理がされた微粉末の高硬度セラミックスを結合し形成されたもの、またはそれらの混合物を結合し形成されたものを電極として使用する。

【0053】

また、電極 1 は、上記タービン動翼 100 の異物衝突面のうちで、腹面 112 と、リーディングエッジ 116 とこの近傍の面と、プラットホームの面 108 の一部とにコーティングをするための電極である。プラットホームの面 108 の一部なので、プラットホームの面 108 の全面ではなく、プラットホームの面 108 のうち、腹面 112 側に位置した面（図 2（1）において、斜線がされていない部分の面）に、コーティングを施すものである。

**【0054】**

また、電極1は、タービン動翼100のコーティングがされる面（腹面112と、リーディングエッジ116とこの近傍の面と、プラットホームの面108の一部の面との形状に合わせた形状の各表面3、5、7を備えている。

**【0055】**

ここで、電極1の上記表面3を例に掲げて詳しく説明する。タービン動翼100にコーティングするために、タービン動翼100と電極1とを設置した場合、上記表面3は、上記タービン動翼100の所定の部位の表面の例である腹面112のうちの任意の微小な面における法線上で、上記任意の微小な面からの距離がほぼ一定になる微小な面の集合によって形成されている。換言すれば、曲面状に形成されている上記腹面112と曲面状に形成されている上記表面3とは、互いが平行になっている。

**【0056】**

なお、電極1の表面5も、リーディングエッジ116とこの近傍の面の形状に応じて、上記表面3と同様に形成され、電極1の表面7も、プラットホームの面108の一部の面の形状に応じて、上記表面3と同様に形成されている。

**【0057】**

また電極1aも電極1とほぼ同様に構成されている。ただし、電極1aは、プラットホーム面108の残りの一部（図2（1）において、斜線がされている部分）のコーティングをするための電極であり、上記表面3等と同様に、プラットホーム面108の残りの一部の形状に合わせた形状の表面7aを備えている。

**【0058】**

また、上記タービン動翼100のコーティングがされた面には、このコーティング面の疲労強度を向上するために、ピーニング処理が施されている。ピーニング処理を施すことによって、上記コーティング面の圧縮残留応力が増し、疲労強度が向上する。なお、上記ピーニング処理を省略することもできる。

**【0059】**

次に、上記電極1を用いて、導電性を具備した部材の例であるタービン動翼100の異物衝突面の耐磨耗性を高めるためのコーティングをする（被覆を形成す

る) 処理について説明する。

#### 【0060】

まず、消耗性を備えた電極 1 と上記タービン動翼 100 とを、上記タービン動翼 100 の上記異物衝突面の一部（腹面 112 とリーディングエッジ 116 とこの近傍の面とプラットホームの面 108 の一部の面）と上記電極 1 の上記各表面 3、5、7 とが互いに対向し、しかも、互いが僅かに離隔するように設置する。

#### 【0061】

なお、上記設置された状態では、上記対向しているいずれの箇所でも上記タービン動翼 100 の上記異物衝突面と上記電極 1 の上記各表面 3、5、7 との間の距離がほぼ同じになっている。換言すれば、上記異物衝突面と上記各表面 3、5、7 がほぼ平行になっている。

#### 【0062】

続いて、上記タービン動翼 100 と上記電極 1 との間に短い周期で間歇的に電圧（たとえば短い周期のパルス電圧）を印加してパルス状の微小放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記タービン動翼 100 の上記異物衝突面に上記電極 1 の電極材料を少しずつ被覆して、上記タービン動翼 100 の上記異物衝突面にのみ硬質のコーティングをする。

#### 【0063】

さらに、電極 1a を用いて、上記電極 1 を用いた場合と同様の処理を行い、残りの異物衝突面（図 2（1）において、斜線がされている部分）にのみコーティングを施す。

#### 【0064】

なお、電極 1 で、上記コーティングをする場合、一方向から同時に覗ける上記タービン動翼 100 の面（異物衝突面の一部である腹面 112 と、リーディングエッジ 116 とこの近傍の面と、プラットホームの面 108 の一部の面）に、上記一方向から電極 1 を近づけて、上記タービン動翼 100 の腹面 112 と上記タービン動翼 100 のリーディングエッジ 116 とこの近傍の面と上記タービン動翼 100 の基端部側に設けられたプラットホームの面 108 の一部とに同時にコーティングする。換言すれば、一方向から同時に覗ける面を、1 つの工程でコー

ティングする。

【0065】

このように、コーティングすることによって、タービン動翼100に効率良くコーティングすることができる。

【0066】

また、コーティングすべき面が一方向から覗けない場合には、たとえば、電極1aでコーティングする場合のように、別途他の一方向から、電極1aを近づけて、コーティングをする。

【0067】

次に、タービン動翼の先端部にシュラウド下面110が設けられている場合について説明する。

【0068】

図3、図4は、先端部にシュラウド下面110が設けられているタービン動翼100aに、コーティングする場合について説明する図である。

【0069】

タービン動翼100aでは、シュラウド下面110にも、ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に液滴または異物が衝突するので、シュラウド下面110の全面も異物衝突面になり、したがって、シュラウド下面110の全面にもコーティングを施す必要がある。

【0070】

そこで、タービン動翼100aにおいては、タービン動翼100で行ったコーティングに加えて、プラットホーム面108に対向して設けられているシュラウド下面110の全面にコーティングを施す。

【0071】

なお、シュラウド下面110へのコーティングは、たとえば、各電極1、1aを図3(2)に示す位置に設置してコーティングを行った後、各電極1、1aを図4に示す位置に移動設置し、電極1の表面9と、電極1aの表面9aとを用いて行う。

【0072】

なお、上記コーティング後、必要に応じて、上記コーティングがされた面（タービン動翼100、100aの異物衝突面）にピーニング処理を施す。

【0073】

次に、電極1や電極1aを別部材で構成した場合について説明する。

【0074】

上記各電極1、1aの構成部材として、硬質のセラミックス等の他に、硬質なコーティング被膜をタービン動翼100の表面にコーティング可能なSi（珪素）を採用することができる。

【0075】

すなわち、上記各電極1、1aを、Siの微小な金属の粉末をたとえば焼結等によって結合して形成された多孔質の部材で構成してもよいし、金属状のSi（内部に空洞を有さないSiの結晶）で構成してもよい。

【0076】

ただし、Siを電極として採用する場合には、上記各電極1、1aと上記タービン動翼100とが灯油等のアルカン炭化水素を含む加工用液中に存在している状態でコーティングする必要がある。

【0077】

灯油等の加工用液中でコーティングする理由は、タービン動翼100と、各電極1、1aとの間に放電を発生させた場合、上記放電によって、加工液中に含まれる炭素（C）が、Siと反応してSiCが形成され、タービン動翼100の表面に、耐磨耗性に優れたSiCの被膜がコーティングされるからである。

【0078】

上記タービン動翼100の上記コーティング方法によれば、タービン動翼100の異物衝突面の形状に合わせた形状の面を備えた各電極1、1aと上記タービン動翼100とを、上記各面が互いに合致するように所定の間隔をあけて設置し、両者間に間歇的な電圧を印加するだけで、両者間に放電を発生させ、この放電のエネルギーによって、電極材料を上記タービン動翼100の異物衝突面に微小な溶接を繰り返しつつ被膜を形成するので、エロージョンを防止するための上記従来の各方法に係る上記各問題点を解決すること、すなわち、異物または液滴が

高速で衝突するガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動翼 100 の異物衝突面の耐エロージョン性を十分に向上させることができると共に、上記耐エロージョンを向上させるための処理が簡素になる。

【0079】

また、タービン動翼 100 に異物衝突面の形状に合わせた形状の面を有する各電極 1、1a を用いてコーティングをするので、コーティングが不要な箇所へのマスキングの設置、設置したマスキングの除去作業が不要になる。

【0080】

また、放電によって微細な溶接を繰り返しつつ徐々に被膜層を形成するので、正確な形状に肉盛りをすること（コーティングをすること）ができ、コーティング後の機械加工が不要になる。

【0081】

また、放電によって微小な溶接を繰り返しつつ徐々に被膜層を形成するので、上記タービン動翼 100 の温度変化によっても、上記コーティング層が上記タービン動翼 100 から剥がれにくくなる。

【0082】

さらに、アルミナイズ処理や PVD 法のように、水素炉や真空炉等、大がかりな設備が不要になる。

【0083】

また、必要な部位（異物衝突面）にのみ、コーティングを施すことが容易にできるので、各電極 1、1a、すなわち、コーティング部材の無駄を容易に省くことができる。

【0084】

さらに、上記タービン動翼 100 の上記コーティング方法によれば、金属部材よりも高温に耐えることができる、換言すれば、高温になったときに金属部材よりも高い硬度を維持できるセラミックスをコーティングするので、上記タービン動翼 100 が高温になっても、上記タービン動翼 100 の異物衝突面の硬度を維持することができ、したがって、高温時における耐エロージョン性の高いタービン動翼 100 を提供することができる。

## 【0085】

また、上記タービン動翼100の上記コーティング方法によれば、Si成分だけで各電極1、1aを構成しても、SiCのコーティングをすることができるので、各電極1、1aの製造が容易になると共に、タービン動翼100の異物衝突面に耐エロージョン性の優れた部材をコーティングすることができる。

## 【0086】

また、Siで各電極1、1aを形成すれば、微小な金属の粉末を結合して多孔質の電極を形成するよりも容易に電極を形成することができる。

## 【0087】

一方、微小な金属の粉末を結合して形成された多孔質の各電極1、1aを用いて、コーティング行くと、多孔質のため電極消耗が大きいので、タービン動翼100の異物衝突面と各電極1、1aの面との形状や、各面の互いの位置が正確でなくても、コーティング中に上記タービン動翼100の異物衝突面の形状に合った形状の面を備えた電極が形成されやすく、タービン動翼100の異物衝突面と電極の面との形状が正確に合致してなくても、また、各面の互いの位置関係が正確でなくても、タービン動翼100の異物衝突面に、エロージョンを防止するために十分なコーティングを施すことができる。

## 【0088】

Si電極では、多孔質でなくとも消耗が大きく、前記と同様に異物衝突面に十分なコーティングを施すことができる。

## 【0089】

さらに、ピーニング処理を行えば、コーティングされた部位の圧縮残留応力が増し、疲労強度を向上できる。

## 【0090】

また、上記タービン動翼100では、放電を繰り返すことによって異物衝突面に、硬質の部材が従来よりも強固にコーティングされているので、従来よりも簡素な処理であるにもかかわらず、異物衝突面の耐エロージョン性が従来よりも向上している。

## 【0091】

なお、上記第1の実施形態では、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動翼を例に掲げて説明したが、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン静翼と、コンプレッサ動翼および静翼（以下「動静翼」という。）等、異物または液滴が高速で衝突する部位を備えた部材（たとえば、機械部品）にも上記第1の実施形態を適用することができる。

#### 【0092】

また、上記コンプレッサ動静翼の異物衝突面としては、上記タービン動静翼と同様に、上記コンプレッサ動静翼の腹面と上記コンプレッサ動静翼のリーディングエッジとこの近傍の面と上記コンプレッサ動翼の基端部側に設けられたプラットホームの面とを考えることができ、さらに、上記コンプレッサ動静翼が先端部側にシュラウド下面を備えている場合には、上記シュラウド下面も含めて考えることができる。

#### 【0093】

なお、ガスタービンまたは蒸気タービンの動静翼（タービン動静翼、コンプレッサ動静翼；翼部品）には、上記ガスタービンまたは蒸気タービンが吸い込んだ異物または凝縮した液滴が高速で衝突するので、この異物衝突部位の耐エロージョン性を特に向上させる必要があり、上記第1の実施形態は、ガスタービンまたは蒸気タービンの動静翼に好適に採用することができる。

#### 【0094】

##### [第2の実施形態]

上記第1の実施形態では、タービン動静翼100の異物衝突面の耐磨耗性を高めるためのコーティングについて説明したが、第2の実施形態は、タービン動静翼100のガス通路翼面104の耐酸化性を高めるためのコーティングを示す。

#### 【0095】

第2実施形態では、電極の構成部材としてSiを採用し、上記灯油等の加工液中でコーティングを行って、SiCの被覆をタービン動静翼100の表面にコーティングし、さらに、異物衝突面ではなくタービン動静翼100の酸化しやすいガス通路翼面104の全面にコーティングする点が、第1の実施形態とは異なり、その他の点は、第1の実施形態1とほぼ同様である。



## 【0096】

すなわち、第2の実施形態では、Siの電極と上記タービン動静翼100とを、僅かな距離だけ離隔させて、灯油等のアルカン炭化水素を含む加工用液中に設置する。

## 【0097】

続いて、上記タービン動静翼100と上記電極との間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって上記タービン動静翼100のガス通路翼面104に、SiCの被膜を形成して、上記タービン動翼100のガス通路翼面104の表面にSiCのコーティングをする。

## 【0098】

なお、上記電極の形状を任意の形状（たとえば棒状の形状）とし、タービン動翼に対して、上記電極を適宜移動しつつコーティングを行ってもよい。

## 【0099】

一方、第1の実施形態のように、上記タービン動静翼100のガス通路翼面104の表面の形状に合わせた形状の表面を備えるように電極を形成し、さらに、上記タービン動静翼100のガス通路翼面104の表面と上記電極の上記表面とを互いに対向させ、この対向しているいずれの箇所でも上記タービン動静翼100のガス通路翼面104の上記表面と上記電極の上記表面との間の距離がほぼ同じになるように、上記電極と上記タービン動静翼100とを設置し、コーティングを行ってもよい。

## 【0100】

なお、ガス通路翼面104は、上述したように、上記タービン動静翼100の高さ方向に延伸した翼面106と、上記タービン動静翼100の基端部側に位置するプラットフォーム面108とで構成されており、また、タービン動静翼の種類によっては、図3に示すような、タービン静翼の先端部側に設けられたシュラウド下面110も含む。

## 【0101】

上記タービン動翼100へのコーティング方法によれば、Siのみで構成された電極と上記タービン動翼100とを、所定の間隔をあけて設置し、両者間にパ

ルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって、上記タービン動静翼 100 のガス通路翼面 104 に微小な被膜成形を繰り返しつつ SiC の被膜を形成するので、耐酸化性を高めるための上記従来の各方法に係る上記各問題点を解決すること、すなわち、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動静翼 100 のガス通路翼面 104 の耐酸化性を十分に高めることが容易になると共に、タービン動翼 100 のガス通路翼面 104 の耐酸化性を高めるための処理が簡素になる。

#### 【0102】

たとえば、耐酸化性を高めるため、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動静翼 100 のガス通路翼面 104 に、アルミナイズ処理を施す従来の方法のように、高温の水素炉等の大がかりな設備が不要になり、また、正確な位置にコーティングすることが容易であるので、コーティングが必要な面にのみコーティングを施すことができ、コーティングが不要な箇所へのマスキングの設置、設置したマスキングの除去作業が不要になる。

#### 【0103】

また、放電によって、上記タービン動静翼 100 と上記コーティング層との間に傾斜合金層が形成され、上記タービン動静翼 100 と上記コーティング層との間の接合強度が向上し、上記タービン動静翼の温度変化によっても、上記コーティング層が上記タービン動静翼 100 から剥がれにくくなる。

#### 【0104】

また、上記タービン動静翼 100 へのコーティング方法によれば、Si 成分だけで電極を構成しても、SiC のコーティングをすることができるので、電極の製造が容易になると共に、タービン動翼の異物衝突面に耐酸化性の優れた部材をコーティングすることができる。

#### 【0105】

また、上記タービン動静翼 100 のコーティング方法によれば、タービン動静翼 100 の表面の形状に合わせた形状の面を備えた電極と上記タービン動静翼 100 とを、上記各面が互いに合致するように所定の間隔をあけて設置し、両者間にパルス状の放電を発生させ、この放電のエネルギーによって、上記タービン

動静翼 100 の面に微小な被膜成形を繰り返しつつ被膜を形成するので、上記電極と上記タービン動静翼 100 との相対的位置関係をほとんど変えずにコーティングすることができ、したがって、コーティング処理を容易に行うことができる。

#### 【0106】

上記ガスタービンまたは蒸気タービンの動静翼 100 では、放電を繰り返すことによって、ガス通路翼面 104 に耐酸化性の高い SiC がコーティングされているので、従来よりも簡素な処理であるにもかかわらず、ガス通路路面（ガス流路面）104 の耐酸化性が向上している。

#### 【0107】

なお、上記第 2 の実施形態では、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動静翼 100 を例に掲げて説明したが、ガスタービンまたは蒸気タービン動静翼だけではなく、酸素が存在する雰囲気中で高温になる部材（たとえば、機械部品）にも、上記 2 の実施形態を適用することができる。

#### 【0108】

また、ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動静翼 100 は、上記ガスタービンまたは蒸気タービンの稼動中に、燃焼ガスによって高温になるので、ガス通路翼面の耐酸化性を向上させる必要があり、上記第 2 の実施形態は、ガスタービンのタービン動静翼に好適に使用することができる。

#### 【0109】

##### 【発明の効果】

請求項 1 ～ 請求項 7 に記載の本発明によれば、異物または液滴が高速で衝突する部材の所定の部位の耐エロージョン性を十分に向上させることができると共に、上記耐エロージョンを向上させるための処理が簡素になるという効果を奏する。

#### 【0110】

また、請求項 8 ～ 請求項 11 に記載の本発明によれば、部材の所定の部位の耐酸化性を十分に高めることができると共に、上記部材の所定の部位の耐酸化性を高めるための処理が簡素になるという効果を奏する。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

ガスタービンまたは蒸気タービンのタービン動翼について説明する図である。

**【図 2】**

電極の概略構成を示すと共に、電極とタービン動翼を互いに離隔させて設置した状態を示す図である。

**【図 3】**

先端部にシュラウド下面が設けられているタービン動翼に、コーティングする場合について説明する図である。

**【図 4】**

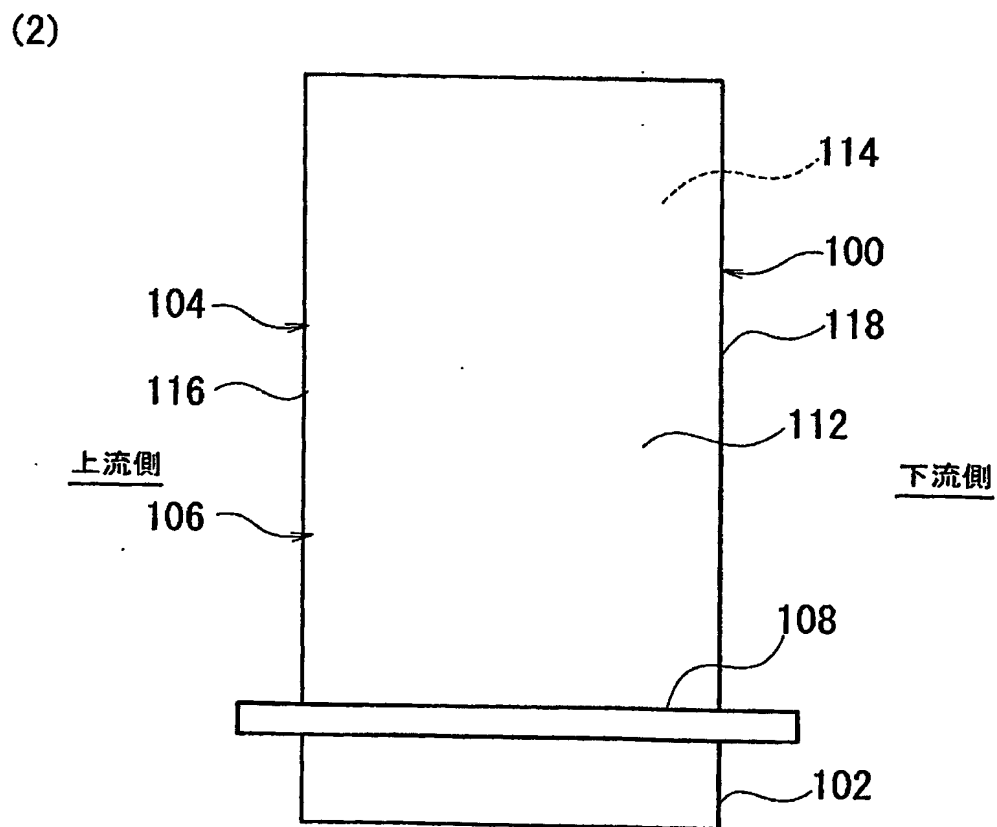
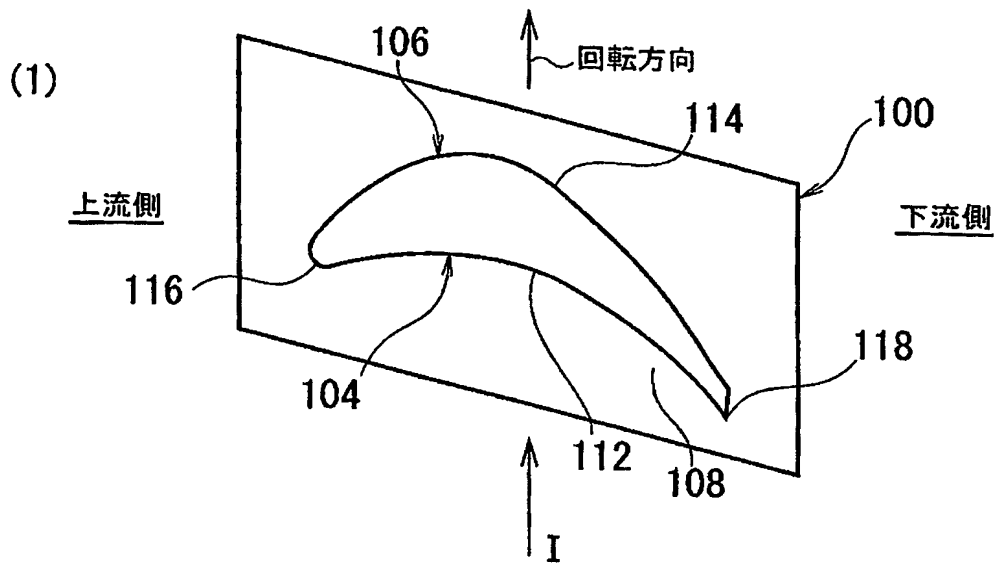
先端部にシュラウド下面が設けられているタービン動翼に、コーティングする場合について説明する図である。

**【符号の説明】**

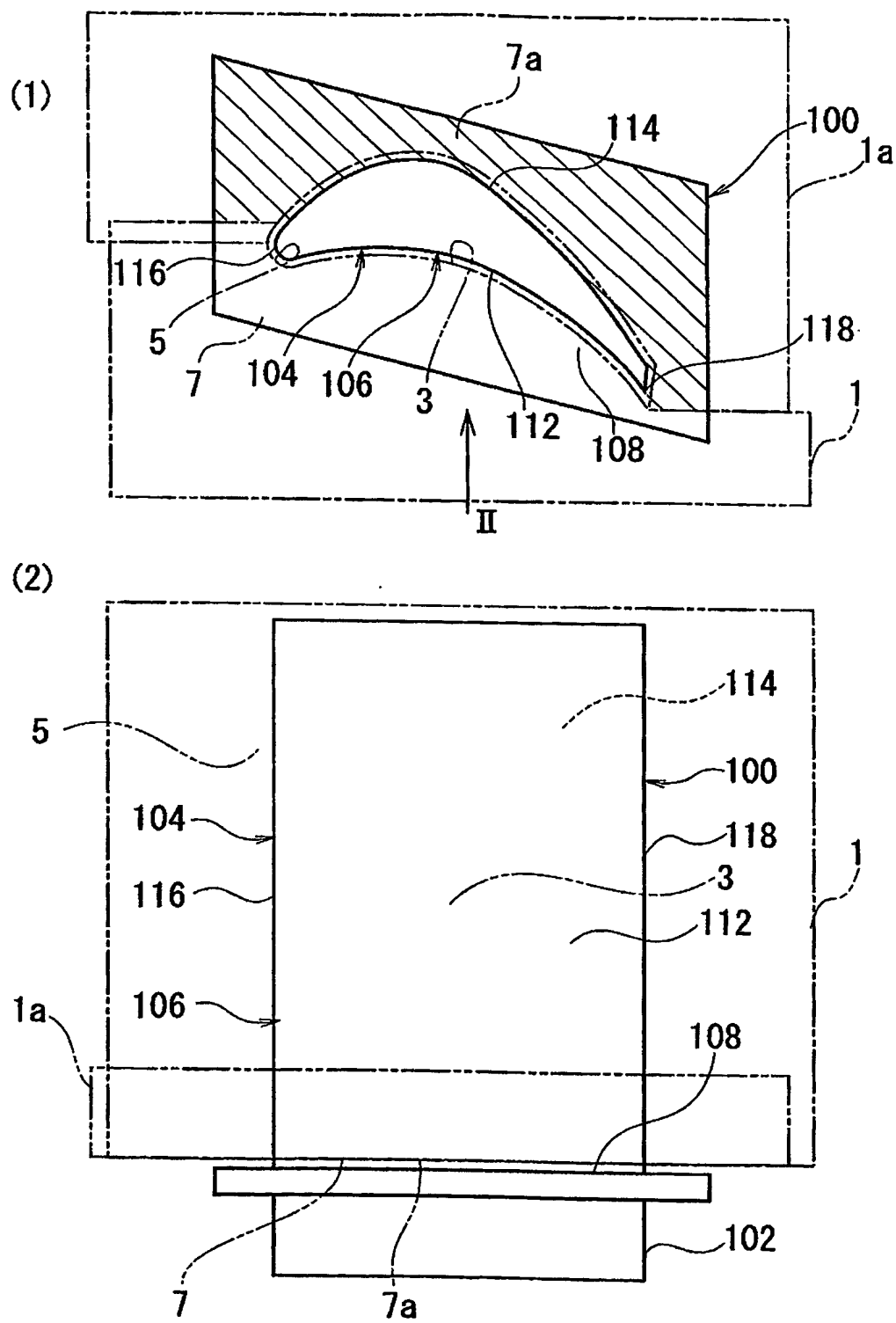
- 1、1 a 電極
- 3、3 a、5、7、9、9 a 表面
- 100 タービン動翼
- 104 ガス通路翼面
- 106 翼面
- 108 プラットホーム面
- 110 シュラウド下面
- 112 腹面
- 114 背面
- 116 リーディングエッジ

【書類名】 図面

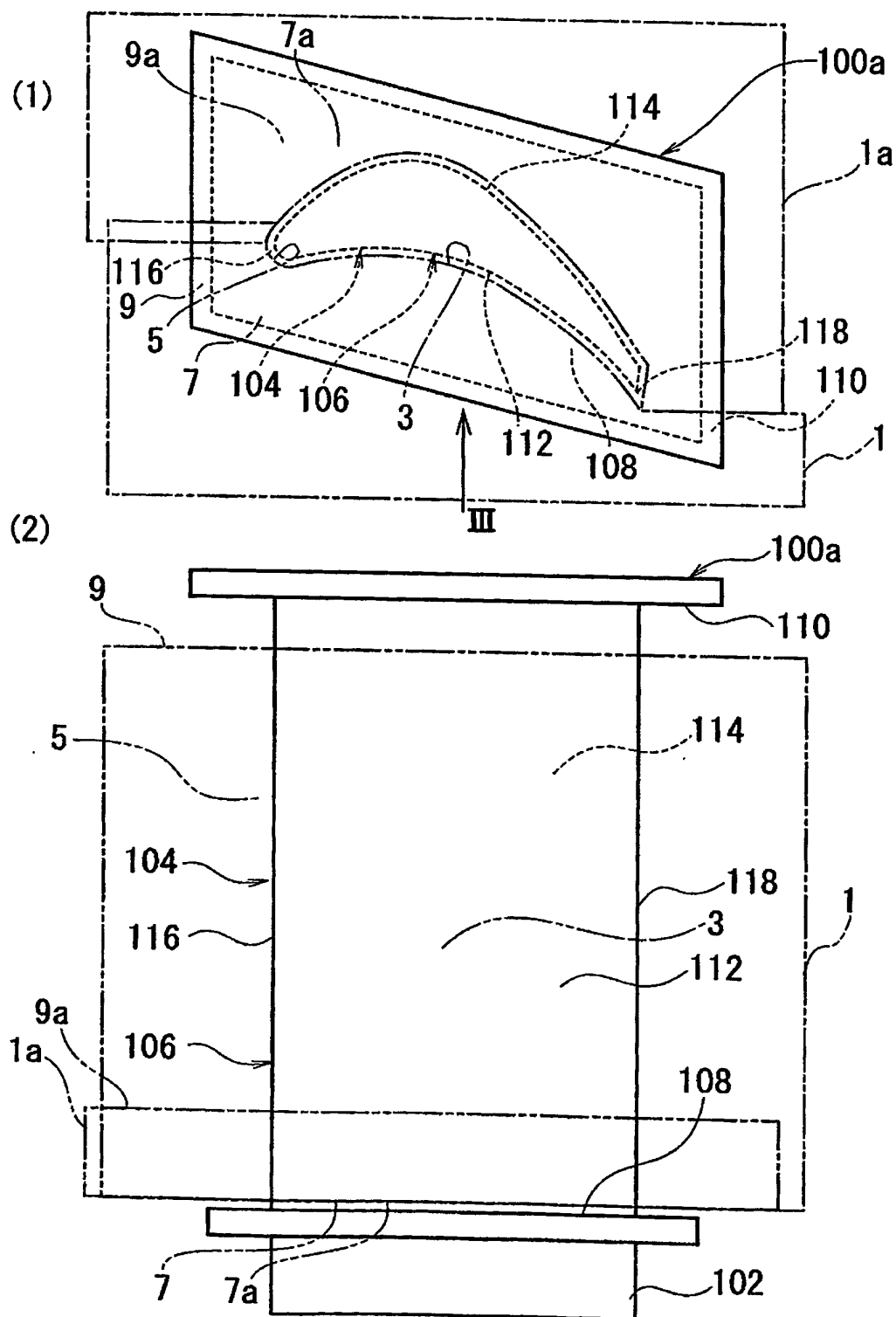
【図 1】



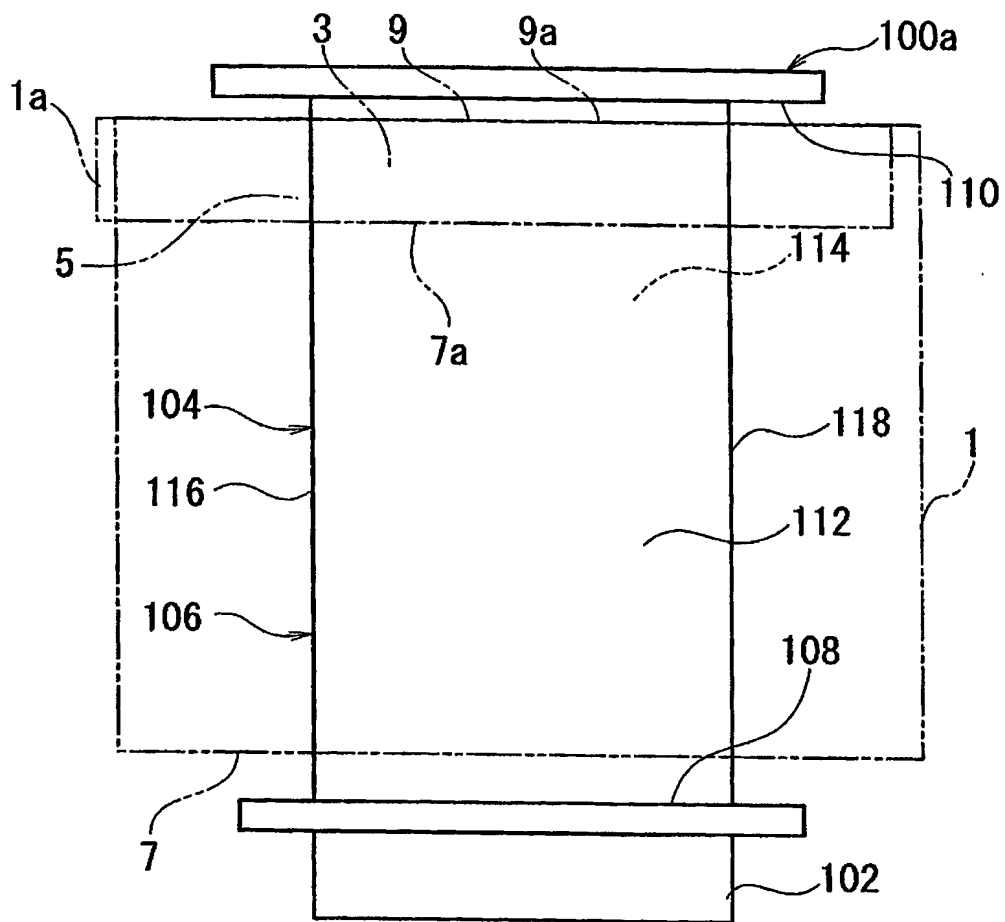
【図 2】



【図 3】



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 異物が高速で衝突する部材の所定の部位の耐エロージョン性を十分に向上させることができると共に、上記耐エロージョンを向上させるための処理を簡素にする。

【解決手段】 部材 100 の所定部位の表面の形状に合わせた形状の表面を備え硬質なコーティング被覆を形成可能な電極 1 と上記部材 100 とを、上記各面が互いに対向しこの対向しているいずれの箇所でも上記部材 100 の上記表面と上記電極 1 の上記表面との間の距離がほぼ同じになるように、僅かな距離だけ離隔させて設置し、上記部材 100 と上記電極 1 との間にパルス状の放電を発生させ、上記部材 100 の上記所定の部位の表面に上記電極の材料からなる被膜を形成して、上記部材 100 の上記所定の部位の表面にコーティングする。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 6 5 4 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 0 0 9 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町 2 丁目 2 番 1 号

氏 名

石川島播磨重工業株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 6 5 4 0 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 1 3 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**